13-1 如图所示，bca为理想气体绝热过程，b1a和b2a是任意过程，则上述两过程中气体做功与吸收热量的情况

（ B ）

（A）b1a过程放热，做负功；b2a过程放热，做负功

（B）b1a过程吸热，做负功；b2a过程放热，做负功

（C）b1a过程吸热，做正功；b2a过程吸热，做负功

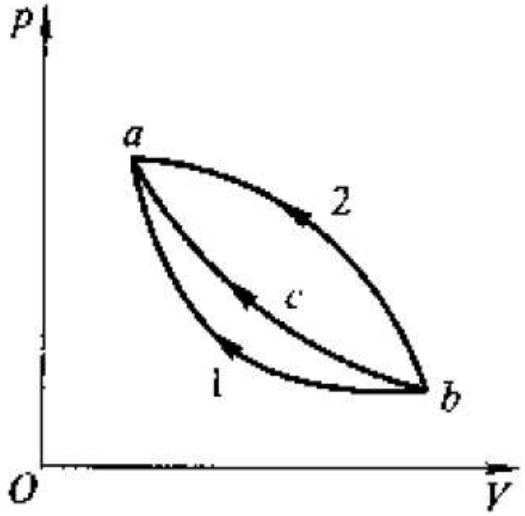
（D）b1a过程放热，做正功；b2a过程吸热，做正功

均为压缩过程，做负功

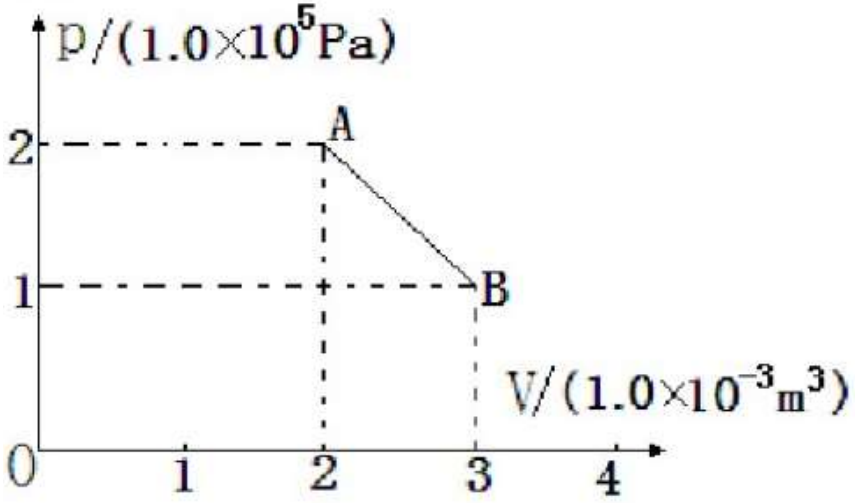
$$\Delta E = Q - W = Q + |W|$$

$$|W_{b1a}| < |W_{bca}| < |W_{b2a}|$$

$$Q_{b1a} > Q_{bca} = 0 > Q_{b2a}$$



13-9 如图所示，一定量的空气，开始在状态A，其压强为$2.0\times10^{5}Pa$，体积为$2.0\times10^{-3}m^{3}$，沿直线AB变化到状态B后，压强变为$1.0\times10^{5}Pa$，体积变为$3.0\times10^{-3}m^{3}$，求此过程中气体所做的功。



解： 气体对外所做的功等于过程曲线下的面积：

$$W=\frac{1}{2}\times(p_A+p_B)\times\Delta V_{AB}$$

$$=\frac{1}{2}\times(3.0\times10^{5})\times1.0\times10^{-3}$$

$$=150J$$

13-11 一定量的空气，吸收了$1.71\times10^{3}J$的热量，并保持在$1.0\times10^{5}Pa$下膨胀，体积从$1.0\times10^{-2}m^{3}$增加到$1.5\times10^{-2}m^{3}$，问空气对外作了多少功？它的内能改变了多少？

解： 等压过程中气体对外所做的功为：

$$W=p\Delta V=1.0\times10^{5}\times0.5\times10^{-2}=5.0\times10^{2}J$$

由热力学第一定律可得气体内能改变为：

$$\Delta E=Q-W=1.71\times10^{3}-5.0\times10^{2}J$$

$$=1.21\times10^{3}J$$

13-12 **0.1kg的水蒸气自120^0C加热升温到140^0C，问（1）在等体过程中，（2）在等压过程中，各吸收了多少热量？根据实验测定，已知水蒸气的摩尔定压热容$C_{p,m}=36.21J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$，摩尔定体热容$C_{V,m}=27.82J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$。**

解： **(1)** $$Q_V=\frac{m'}{M}C_{V,m}(T_2-T_1)$$

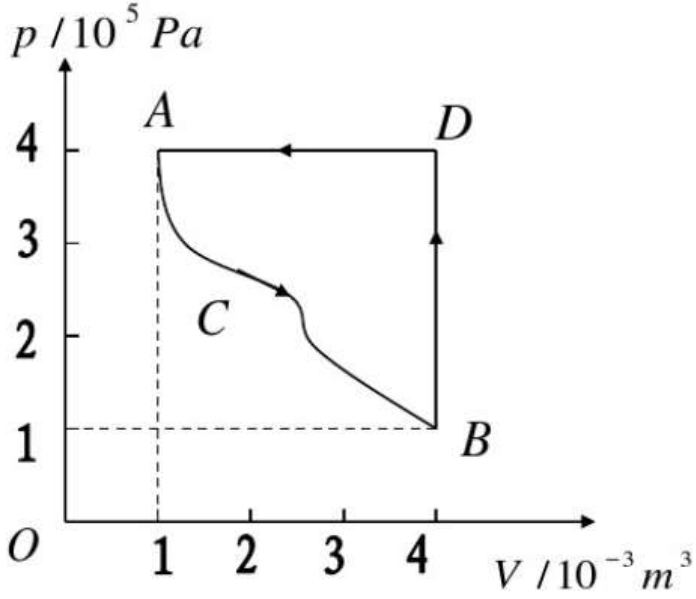
$$M=18\times10^{-3}\,kg/mol$$

$$Q_V=\frac{0.1}{18\times10^{-3}}\times27.82\times20=3.1\times10^3\,J$$

(2) $$Q_p=\frac{m'}{M}C_{p,m}(T_2-T_1)$$

$$Q_p=\frac{0.1}{18\times10^{-3}}\times36.21\times20=4.0\times10^3\,J$$

13-16 如图所示，一定量的理想气体经历ACB过程吸热700J，则经历ACBDA过程时吸热又为多少？



解：

$$p_A V_A = p_B V_B$$

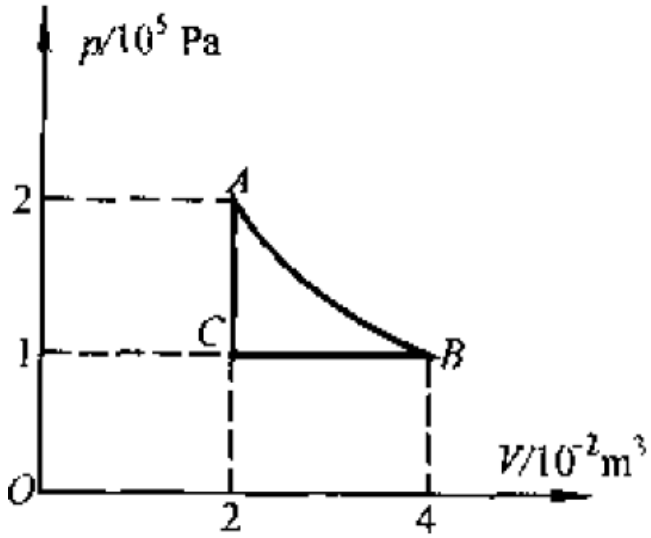
$$\Delta E_{ACB} = 0$$

$$Q_{ACB} = W_{ACB} = 700J$$

$$Q_{BDA} = W_{BDA} = -1200\ \mathrm{J}$$

$$Q = Q_{ACB} + Q_{BDA} = 700 - 1200 = -500J$$

13-19 如图所示，使1mol氧气(1)由A等温地变到B，(2)由A等体地变到C，再由C等压地变到B，试分别计算氧气所做的功和吸收的热量。



$$Q_{AB}=W_{AB}=p_AV_A\ln\frac{V_B}{V_A}=4\ln 2\times10^3=2.77\times10^3\ \text{J}$$

$$Q_{ACB}=W_{ACB}=W_{CB}=2\times10^3\ \text{J}$$

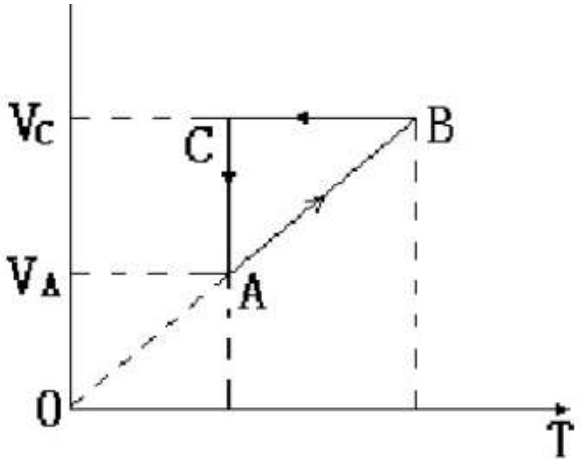
13-20 将压强为1.01×10^5 Pa、体积为$1.0\times10^{-4}m^3$的氢气，经绝热压缩使体积变为$2.0\times10^{-5}m^3$，求压缩过程中气体所作的功。（氢气的摩尔热容比=1.41）

解：

$$W=\frac{p_1V_1-p_2V_2}{\gamma-1}=\frac{p_1V_1}{\gamma-1}(1-\frac{V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}})=-23\ \mathrm{J}$$

$$p_1V_1^{\gamma}=p_2V_2^{\gamma}$$

13-27 如图所示是单原子理想气体循环过程的V-T图，图中 $V_C = 2V_A$ 试 问：（1）图中所示循环是代表制冷机还是热机？（2）如果是正循环（热机循环），求出循环效率。



解：(1) P-V图如图， 正循环，热机

(2) 物态参量 $A(p_A, V_A, T_A)$，

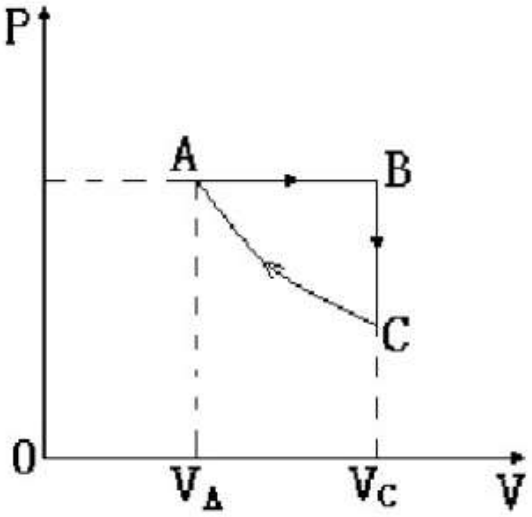
$B(p_A, 2V_A, 2T_A)$，$C(p_A/2, 2V_A, T_A)$

AB，吸热 $Q_{AB} = \nu C_{p,m}\Delta T_{AB} = \nu C_{p,m} T_A$

BC，放热 $Q_{BC} = \nu C_{V,m}\Delta T_{BC} = -\nu C_{V,m} T_A$

CA，放热 $Q_{CA} = \nu RT \ln \dfrac{V_A}{V_C} = -\nu RT_A \ln 2$

$Q_1 = Q_{AB}$， $Q_2 = \left|Q_{BC} + Q_{CA}\right|$



$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{R}{C_{p,m}}(1 - \ln 2) = \frac{1 - \ln 2}{2.5} \approx 12.3\%$$

物态参量 $A(p_A, V_A, T_A)$,
$B(p_A, 2V_A, 2T_A)$, $C(p_A/2, 2V_A, T_A)$

或者

$$W = W_{AB} + W_{CA} = p_A V_A - p_A V_A \ln \frac{V_C}{V_A} = p_A V_A (1 - \ln 2)$$

$$Q_1 = Q_{AB} = \nu C_{p,m} \Delta T = \frac{i+2}{2} \Delta(pV) = \frac{5}{2} p_A V_A$$

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{2(1-\ln 2)}{5}$$